

Фильтрационный расчет грунтовой плотины с экраном и ядром Богославчик П.М., Круглов Г.Г. (БГПА)

В настоящее время для фильтрационных расчетов грунтовых плотин используются расчетные схемы и зависимости, приведенные в (справочник проектировщика. Гидротехнические сооружения. Под ред. В.П.Недриги.). Подробное их рассмотрение и, в частности, работа по автоматизации расчетов на ЭВМ, выявили в них ряд неточностей и недостатков. Не касаясь всех 18-ти приведенных схем, рассмотрим в данной работе расчет плотин с экраном и с ядром. В основу расчета положен способ виртуальных длин. Не отвергая самого способа, следует отметить, что предлагаемая форма весьма неудобна в практических расчетах. Главное неудобство, на наш взгляд, заключается в том, что построение кривой депрессии выполняется в приведенной (виртуальной) системе координат. Для перехода в нее и обратно в реальную систему приходится выполнять громоздкие графические построения. Кроме того, нет четкой привязки к соответствующим дренажным устройствам.

В данной работе предлагаются доработанные, до более удобного практического использования схемы и формулы фильтрационного расчета грунтовых плотин с экраном и ядром. Для выполнения расчетов предлагаемым способом нет необходимости переходить в виртуальную систему координат. Все расчеты и построения выполняются в реальной системе координат с достаточной четкой привязкой дренажных устройств. Внесены некоторые изменения в формулы. В частности арккосинус заменен более удобными при расчетах зависимостями.

Плотина с экраном.

Расчетные схемы представлены на рис. 1 и 3. Расчетные зависимости и порядок расчета следующие.

$$\delta_{\text{ср.}} = \frac{\delta_{\text{В}} + \delta_{\text{Н}}}{2}. \quad (1)$$

Принимается в первом приближении $H_{\text{Н}}=H_2$.

$$r = \frac{2l_2 \sin \alpha}{\delta_{\text{Н}}} + \sqrt{\frac{4l_2^2 \sin^2 \alpha}{\delta_{\text{Н}}^2} - 1}. \quad (2)$$

$$k_{\text{э}}^1 = k_{\text{э}} + \frac{2k_{\text{oc}}\delta_{\text{cp}}}{\pi(H_1 + H_H)\sin\alpha} \ln r \quad (3)$$

$$\Delta L_{\text{э}} = \delta_{\text{cp}} \frac{k_T}{k_{\text{э}}^1} \sin\alpha \quad (4)$$

$$L_{\text{np}} = L + \Delta L_{\text{э}} - \frac{\delta_H}{2\sin\alpha} \quad (5)$$

Определяется положение кривой депрессии h_x за экраном и абсцисса этой точки в условной системе координат x_{np} . Для этого решается система из двух уравнений: уравнения (6) и, в зависимости от типа дренажа, уравнения (7), (9) или (13).

$$h_x = (x_{\text{np}} - \Delta L_{\text{э}} + \frac{\delta_H}{2\sin\alpha} + m_{\text{np}}H_1)\text{tg}\alpha_1 \quad (6)$$

а) плотина с трубчатым дренажем (рис.3а).

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} (L_{\text{np}} - x_{\text{np}} + \frac{0,5q}{k_T})}, \quad (7)$$

где $q = k_T \frac{H_1^2}{2L_{\text{np}} + \Delta L_B}$, (8)

$$\Delta L_B = \beta_B H_1; \quad \beta_B = \frac{m_1}{2m_1 + 1}, \quad (\text{при } m > 2 \quad \beta_B = 0,4).$$

б) плотина с дренажным банкетом (рис.3б).

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} (L_{\text{np}} - x_{\text{np}})} + h_c, \quad (9)$$

где $q = k_T \frac{H_1^2 - H_2^2}{2L_{\text{np}}}$, (10)

$$h_c = \sqrt{H_1^2 - 2(L_{\text{np}} + \Delta L_B) \frac{q}{k_T}} \quad \text{при } H > 0, \quad (11)$$

$$h_c = f(m'_1) \frac{q}{k_T} \quad \text{при } H = 0. \quad (12)$$

$L_B = \beta_B H_1$ (см. выше).

$f(m'_1)$ принимается в зависимости от m'_1 по следующей таблице

m'_1	0	0,5	1	2	>2
$f(m'_1)$	0,74	0,86	0,94	0,98	1

в) плотина с наклонным дренажем (рис.3в).

$$h_x = \sqrt{2 \frac{q}{k_T} (L_{np} - x_{np} - m_2 h_B) + (H_2 + h_B)^2}, \quad (13)$$

где
$$q = k_T \frac{H_1^2}{L_p + \sqrt{L_p^2 - m_2^2 h_B^2}}, \quad (14)$$

$$L_p = L_{np} + \beta_B H_1, \quad (\beta_B \text{ см. выше}), \quad (15)$$

$$h_B = a + \sqrt{a^2 + \frac{m^2}{2f(m_2)} H_2 \frac{q}{k_T}}, \quad (16)$$

$$a = 0,5f(m_2) \frac{q}{k_T} - 0,5 \left\{ 1 + \frac{m_2}{2[f(m_2)]} \right\} H_2, \quad (17)$$

$$f(m_2) = 0,5 + m_2 \quad \text{при } m_2 \geq 1,$$

$$f(m_2) 0,7 + 0,8 \cdot m_2 \quad \text{при } m_2 < 1.$$

Полученное h_x сравнивается с H_H . Если $H_H \neq h_x$, принимается $H_H = h_x$ и расчеты начиная с уравнения (2) повторяются до совпадения с требуемой точностью h_x и H_H . При $H_H = h_x$ фиксируется полученное при этом x_{np} .

Затем строится кривая депрессии в зависимости от типа дренажа по уравнениям (7), (9) или (13), в которые вместо x_{np} подставляется $x + x_{np}$, где x — текущая абсцисса в реальной системе координат (рис.1).

Плотина с ядром.

Расчетные схемы представлены на рис.1, 3. Расчетные зависимости и порядок расчета следующие.

$$\delta_{\text{ср}} = \frac{\delta_{\text{В}} + \delta_{\text{Н}}}{2}. \quad (18)$$

В первом приближении принимается $H_{\text{В}} = H_1$, $H_{\text{Н}} = H_2$.

$$k'_{\text{я}} = k_{\text{я}} + \frac{2k_{\text{ос}}\delta_{\text{ср}}}{\pi} \ln \left(\frac{2l_2}{\delta_{\text{Н}}} + \sqrt{\frac{4l_2^2}{\delta_{\text{Н}}^2} - 1} \right). \quad (19)$$

$$\Delta L_{\text{я}} = \frac{k_{\text{T}}}{k'_{\text{я}}} \delta_{\text{ср}}, \quad (20)$$

$$L_{\text{пр}} = L + \Delta L_{\text{я}}. \quad (21)$$

Абсцисса точки перед ядром

$$x_{\text{р}} = m_1(H_{\text{пл}} - H_1) + \left(l_{\delta} - \frac{\delta_{\text{В}}}{2} \right) \quad (22)$$

Абсцисса точки после ядра (в приведенной системе координат)

$$x_{\text{с}} = m_1(H_{\text{пл}} - H_1) + l_{\delta} + \frac{\delta_{\text{Н}}}{2} + \Delta L_{\text{я}}. \quad (23)$$

В зависимости от типа дренажа по уравнению (7), (9) или (13), где вместо $x_{\text{пр}}$ подставляется $x_{\text{р}}$ и $x_{\text{с}}$, определяется положение кривой депрессии перед ядром и после ядра h_{x_1} и h_{x_2} . Если $h_{x_1} \neq H_{\text{В}}$ и $h_{x_2} \neq H_{\text{Н}}$, принимается в следующем приближении $H_{\text{В}} = h_{x_1}$, $H_{\text{Н}} = h_{x_2}$ и расчеты, начиная с уравнения (19) повторяются.

Если h_{x_1} и h_{x_2} совпадают с требуемой точностью соответственно в $H_{\text{В}}$ и $H_{\text{Н}}$, то в зависимости от типа дренажа по уравнениям (7), (9) или (13) строится кривая депрессии за ядром. В уравнения при этом вместо $x_{\text{пр}}$ следует подставлять $x_{\text{с}} + x$, где x — текущая абсцисса в реальной системе координат (рис.2).

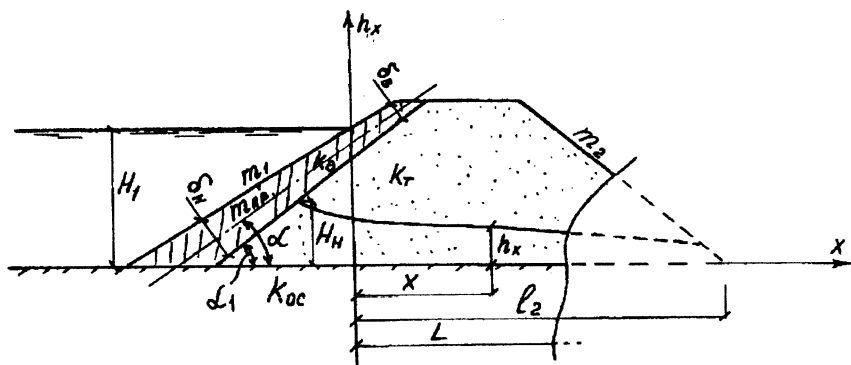


Рис.1. Расчетная схема плотины с экраном.

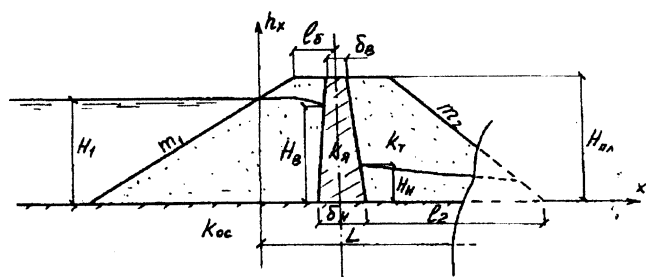


Рис.2. Расчетная схема плотины с ядром.

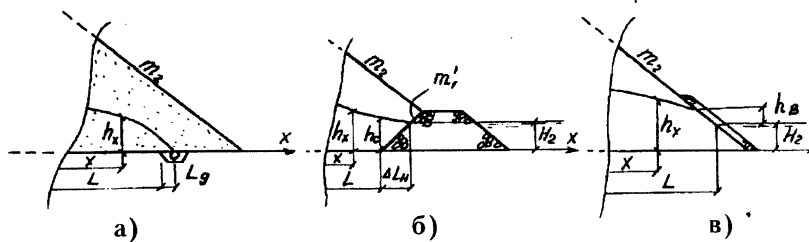


Рис.3. Расчетные схемы дренажей: а) трубчатый; б) дренажный банкет; в) наклонный.